

# Big Solar-Wafer



RAYLASE

THE POWER OF WE

## Der Trend geht zu großen Solar-Wafern – ermöglicht durch Laser mit Hochleistungs-Ablenkeinheiten

Die Deadline steht! Erst kürzlich verkündete die EU das „Aus“ für die Neuzulassung von Verbrennermotoren bis zum Jahr 2035. Das ehrgeizige Ziel bis zum Jahr 2050 klimaneutral zu sein, lag da schon auf dem Tisch, bis 2030 sollen bereits 55 Prozent der Wegstrecke geschafft sein. Und obwohl von der Autoindustrie nicht unerwartet, erscheint dies als Mammutaufgabe mit weitreichenden Folgen für jedermann. Eine davon ist: Wir brauchen – wenig überraschend – mehr Strom, vor allem grünen Strom aus erneuerbaren Energien. Nun soll alles ganz schnell gehen. Sowohl die Brennstoffzellentechnologie als auch die Solarbranche, einst Vorzeigetechnologie „made in Germany“, haben seit dem Ausstieg aus der Atomenergie wieder enorm an Fahrt gewonnen. Seitdem ist eine Rückbesinnung auf die eigene Innovationsfähigkeit in Gang. Denn einst war Europa führend in der Solarindustrie. Durch den Abbau der Subventionen – politisch gewollt – konnten die

Europäer aber kostenmäßig allen voran mit den Chinesen nicht mehr mithalten. Die Folge davon: Der europäische Markt brach ein und wanderte nach Asien ab. Befeuert durch den Corona-Effekt mussten die Europäer 2020 schmerzlich erkennen, dass zu viel globale Abhängigkeit nicht guttut. „Mittlerweile machen aber auch wir in Deutschland Fortschritte dabei, günstiger zu produzieren und einzukaufen. Auch sind die Transportkosten in der EU nicht so hoch, was sich zunehmend zu einem Wettbewerbsvorteil für europäische Produzenten entwickelt“, freut sich RAYLASE CEO Dr. Philipp Schön und fährt fort: „Auch wir bei RAYLASE leisten mit unseren Ablenkeinheiten einen wichtigen Beitrag, um Solar-Wafer in der industriellen Produktion noch effizienter und kostengünstiger herzustellen.“

# Der Energiehunger nach Solar-Wafern wächst stark

Solar-Wafer in runder oder eckiger Form sind die Grundlage für die Stromerzeugung im photovoltaischen Sinne, denn in ihnen findet der photoelektrische Effekt statt, der aus Licht Strom werden lässt. Zur Elektrifizierung unserer Zukunft mit grüner Energie braucht es also weltweite Anstrengungen. Denn der Energiehunger großer Volkswirtschaften wie China und Indien ist ungebrochen hoch und ein Ende ist noch lange nicht in Sicht. Eher das Gegenteil ist der Fall, bestätigt Dr. Clark Lee, Key Account Manager bei RAYLASE und profunder Kenner des asiatischen Marktes: „Der weltweite Bedarf an immer effizienteren Photovoltaiklösungen steigt seit Jahren massiv und wird es auch in Zukunft.“

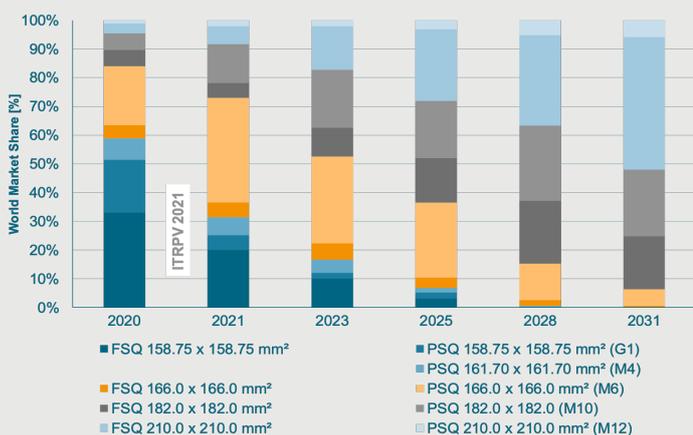
In vielen dieser Märkte kommen bereits heute Solar-Wafer zum Einsatz, die mit dem innovativen Verfahren PERC („Passivated Emitter Rear Contact“) mittels Laser hergestellt werden. Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass es um 20 bis 25 % in der industriellen Massenproduktion bei der Umwandlung von Sonnenlicht in Strom effizienter ist, als



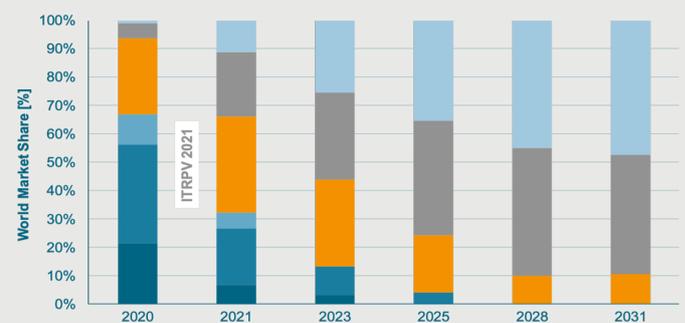
andere Verfahren. Die International Technology Roadmap for Photovoltaik (ITRPV) geht daher für PERC-Solarzellen von einem weltweiten Marktanteil von über 70 % im Jahr 2026 aus. In letzter Zeit ist dabei zudem ein Trend hin zu größeren Solar-Wafern und -Modulen zu beobachten, denn sie sind im Verhältnis leistungsstärker.

In der aktualisierten 12. Ausgabe der ITRPV Roadmap for Photovoltaic 2021, die mithilfe von 56 internationalen Experten entlang der PV-Wertschöpfungskette entstand, dokumentiert der Maschinenbau-Verband VDMA aktuell eine Entwicklung hin zur Konsolidierung und Standardisierung von drei Wafergrößen. Der Roadmap zufolge werden zukünftig neben 166-Millimeter-Wafern insbesondere 210-Millimeter-Wafer in der Massenproduktion berücksichtigt und Wafer mit 182 Millimetern. Die kleineren Formate würden demnach mehr und mehr vom Markt verschwinden. Denn mittlerweile geht die Lernkurve der Photovoltaik hinsichtlich chemischer und metallischer Prozesse bei Hocheffizienzmodulen und größeren Solar-Wafer-Formaten steil nach oben. So spricht der ITRPV-Report hier von einer kumulierten Preisreduktion von 23,8 Prozent: „Ausgehend von den jüngsten Ergebnissen wird erwartet, dass sich der Trend – diese Erfahrungskurve – auch in den nächsten Jahren fortsetzt.“

World market share of pseudo / full square Cz-mono wafers

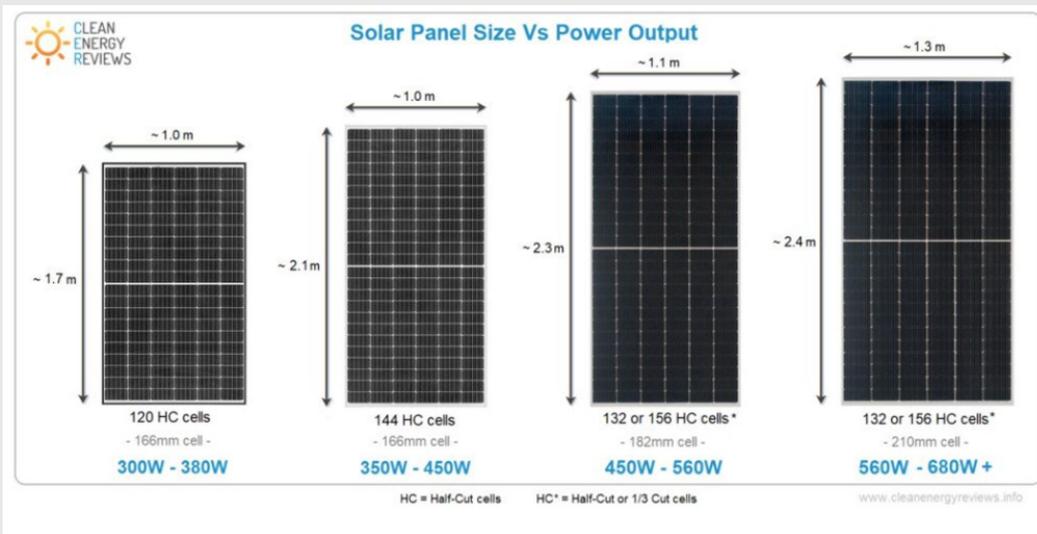


Different cast-Si wafer sizes



Marktentwicklung von Wafergrößen: Die Grafik der ITRPV Roadmap 2021 zeigt deutlich, dass Wafergrößen wie M10 und M12 in der Zukunft die Märkte dominieren. Quelle: ITRPV Roadmap 2021

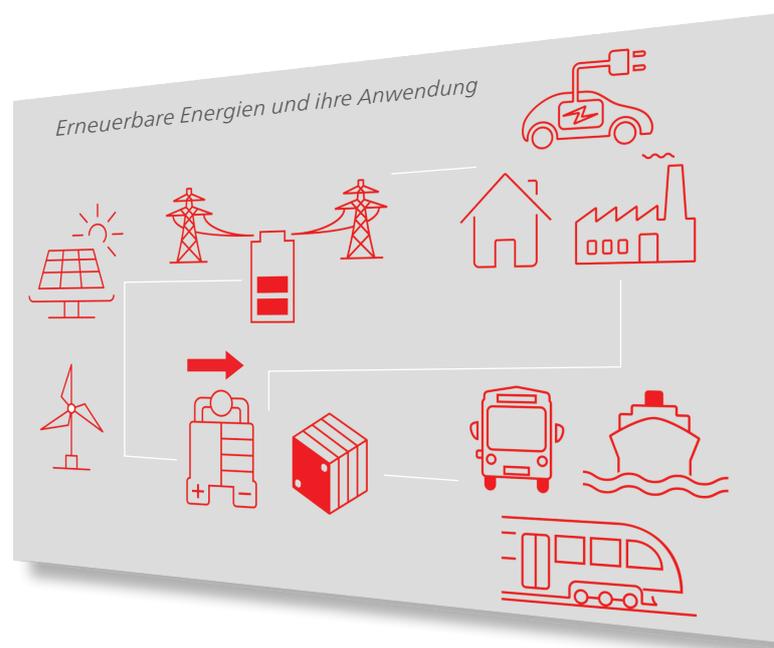
Dies wird durch die Kombination verschiedener Maßnahmen realisiert: verbesserte und größere Siliziumwafer, Umsetzung von Zellperfektionierungen, optimierte Zellvorder- und -rückseiten, verfeinerte Layouts, die Einführung von bifazialen Zellkonzepten sowie optimierte Zell- und Modultechnologien.“



Große Zellen erhöhen die Ausgangsleistung des gesamten PV-Moduls.  
Quelle: Clean Energie Reviews

## So wichtig ist der Laser in der Solar-Wafer-Produktion

Zwei bewährte Verfahren verbessern den Wirkungsgrad der bereits erwähnten PERC-PV-Zelle: das sind das Laserkontakt-öffnen (LCO) und die Laserdotierung bei selektivem Emitterprozess. Um die Herstellungskosten von Wafern nun weiter zu senken und die Effizienz zu steigern, geht die Solarbranche, wie die ITRPV Roadmap gezeigt hat, weg von der standardmäßigen quadratischen Zellgröße von 156 mm hin zu den genannten größeren Wafern wie M10 – 182 mm oder M12 – 210 mm. Denn größere Zellen bieten mit ihrer größeren Oberfläche in Kombination mit größeren Wafern extrem leistungsstarke Solarmodule, die bis zu 680 Watt Leistung erbringen können. Allein dadurch lässt sich die Panel-Leistung um über 22 % steigern.



# Eine gute Verbindung:

## Laser + SUPERSCAN IV-20 SOLAR



Dr. Clark (H. S.) Lee, Sales Director Asien

„Aufgrund der großen Nachfrage nach größeren PV-Zellformaten haben wir für die großformatige Solar-Wafer-Produktion einen 20-mm-Scanner mit High-speed-Geschwindigkeit als Prototyp entwickelt“, erklärt Clark Lee, „er ist unschlagbar in Geschwindigkeit, Präzision und Effizienz und derzeit absolut einzigartig am Markt.“

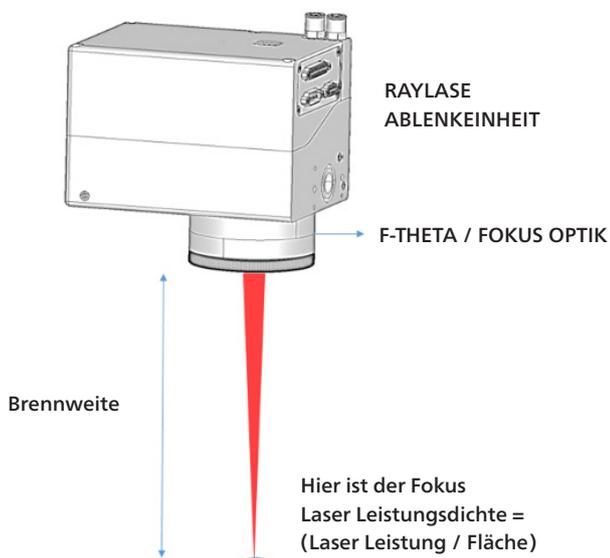
Der **SUPERSCAN IV-20 SOLAR** von **RAYLASE** in der High-speed-Ausführung mit größerer Apertur ist verbunden mit einer intelligenten Software für LCO-Wafer-Strukturierung – eine der innovativsten Antworten des Unternehmens für die Solarbranche.

### DIE HERAUSFORDERUNGEN IN DER PRODUKTION MIT ABLENKEINHEITEN SIND VIELFÄLTIG UND ENTSPRECHEN FOLGENDEN SCHRITTEN

Mehr industrielle Nachfrage nach leistungsstärkeren PV-Zellen

- erfordert größere Wafer-Formate und Module,
- größere Feldgrößen in der Bearbeitung,
- längere Brennweite in der Optik,
- bedingt einen größeren Fokusspot,
- erfordert eine größere Apertur / einen größeren Spiegel, um die Fokusspoterhöhung zu kompensieren.

„Die Kunst für unsere Ingenieure war es hierbei, bei einer Vergrößerung der Spiegel und der Mechanik quasi mit mehr Gepäck auf Hochgeschwindigkeitskurs zu bleiben, ohne dass die Genauigkeit des Prozesses dadurch geschmälert wird“, betont Clark Lee die Herausforderung. RAYLASE hatte also den Anspruch, die Einschränkungen der Physik zu umgehen und außerdem die Steuerung und die Software bereitzustellen, mit der die Solarpanel-Hersteller die Markierungsmuster auf den Wafern wie durchgezogene, gestrichelte und gepunktete Linien wieder einfach ändern können.



Längere Brennweite = größerer Laser-Spot



Große Apertur verkleinert Laserspotfläche auch durch kürzere Wellenlänge



Kompensation der Länge der Brennweite, der Laser behält seine Leistungsdichte

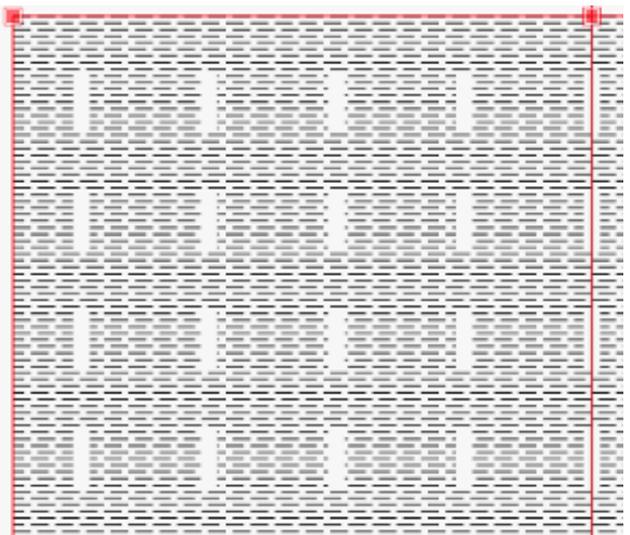
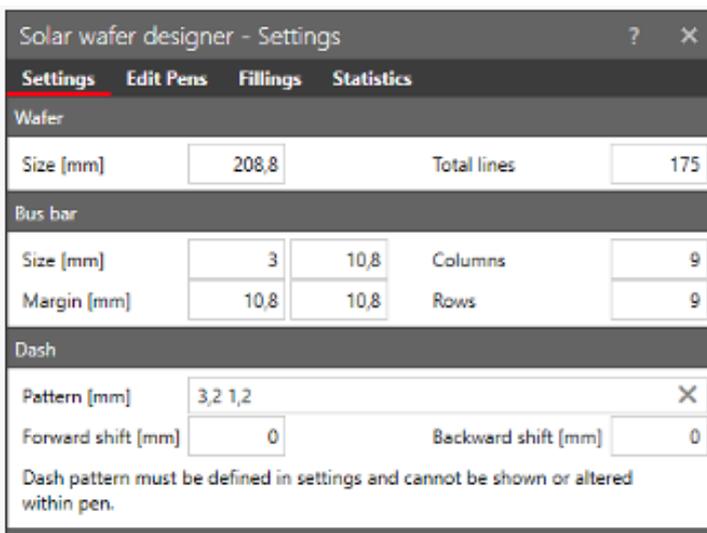
# Lösungen: Steigerung des Durchsatzes auf 4000 Wafer pro Stunde

**Zusammengefasst:** In Kombination mit einem F-Theta mit langer Brennweite ist es also möglich, große Feldgrößen zu erreichen, ohne die Leistungsdichte des Lasers zu beeinträchtigen. Das Lasersystem bietet dabei höchste Geschwindigkeit und hochpräzise Performance und ist extrem flexibel.

Produktmanager Wolfgang Lehmann zeigt an einem Detail das Aufrechterhalten der Dynamik: „Um den Wafer schnell und präzise mit dem Laserstrahl zu bearbeiten, wird dieser durch die Ablenkeinheit im Bearbeitungsbereich nicht beschleunigt. „Skywriting“ sorgt außerhalb des Bearbeitungsbereiches für eine sehr schnelle Strahlrichtungsumkehr ohne aktive Laserleistung. Auch an den Fenstern des „Passivation Layer“ muss unsere Laserstrahl-Ablenkeinheit nicht bremsen und verlangsamt damit keine unnötige Zeit. Mithilfe unseres „Dashed-Line“-Features fassen wir die Liniensegmente zu einer Linie zusammen, sodass der Laser lediglich an den entsprechenden Stellen moduliert wird und es zu keinerlei Abbrems- bzw. Beschleunigungsvorgang kommt.“



Wolfgang Lehmann, Head of Product Management



Die RAYLASE Software RAYGUIDE kann das kundeneigene Designmuster für Wafer importieren oder entwerfen. Quelle: RAYLASE

# SUPERSCAN IV-20 SOLAR

Die Zwei-Achsen-Ablenkeinheit SUPERSCAN IV-20 SOLAR ist auf die hohen Performance-Anforderungen bei der schnellen und präzisen Laserbearbeitung von Solarzellen ausgelegt. Die digitale Regelung des SUPERSCAN IV-20 SOLAR bietet höchste Geschwindigkeiten bis 160 rad/s Endgeschwindigkeit. Dies entspricht im Prozessfeld eines M12-Wafers von 210 x 210 mm<sup>2</sup> einer Geschwindigkeit von bis zu 52 m/s. Und mit der Steuerkarte SP-ICE-3 sowie der zugehörigen Software RAYGUIDE von RAYLASE sind Sie perfekt für die Ansteuerung der Ablenkeinheiten über SL2-100-Protokoll (20 Bit) oder XY2-100-Protokoll (16 Bit) ausgestattet.

Dabei bieten sich dem Maschinenbauer und Integrator natürlich zusätzliche Konfigurationsmöglichkeiten. Objektive, Schutzgläser, Spiegel-Substrate und -Beschichtungen sind für alle gängigen Lasertypen, Wellenlängen, Leistungsdichten, Brennweiten und Bearbeitungsfelder je nach Anforderung des Solar-Wafers verfügbar.

## Einfach spitze: Das „Solar-Wafer“-Plug-in

Ein besonderes Plus für Wafer-Hersteller ist die Software RAYGUIDE mit einem speziellen Solar-Wafer-Plug-in, denn sie führt zu einer deutlichen Reduzierung der Prozesszeit plus einer besseren Genauigkeit trotz höchster Markiergeschwindigkeit. Üblicherweise benötigen Solar-Wafer-Laserprozesse zur Strukturierung ein Muster, bestehend aus Strichlinien. Es wird durch rechteckige Flächen – „Bus-Bars“, gleichmäßig über den Wafer verteilt, unterbrochen. Oft werden diese Muster mittels DXF-Datei definiert und in die Laserprozesssoftware importiert, was bei herkömmlichen Import zu tausenden von einzelnen Strichen führt.

Das Solar-Wafer-Plug-in der neuen Software von RAYLASE führt diese Einzelstrichlinien zu einem deutlich vereinfachten Strichlinienmuster zusammen und die Lücken im Muster werden präzise durch Modulation der Laserleistung erzeugt.

Die neue Lösung erlaubt damit eine schnellere und direktere Anpassung der Muster. Darüber hinaus bietet der „Designer“ eine grundsätzliche Verschlinkung des Workflows, der Umweg über DXF-Dateien entfällt. Auch Ad-hoc-Änderungen des Wafer-Layouts sind jederzeit möglich. Das zeigt das entsprechende Video: RAYGUIDE Solar-Wafer-Plug-in.



[www.youtube.com/watch?v=\\_QcL6elgKKE](https://www.youtube.com/watch?v=_QcL6elgKKE)

Ob Sie als Maschinenbauer und Integrator bereits Erfahrung im Solarbereich haben oder mit Ihrem Unternehmen neu in diesen zukunftssträchtigen Markt einsteigen wollen: „Wir von RAYLASE sind Ihr Partner für Konzeption und Integration, Hardware, Software und Service rund um die Wafer-Produktion“, unterstreicht Robert Kachel, Produktmanager Software und Kontrollkarten, das innovative Angebot für die Lasermaterialbearbeitung von Solar-Wafern.

Damit leistet RAYLASE einmal mehr einen sinnvollen Beitrag zum Umbau der Gesellschaft hin zu einer Zukunft, die unser Klima und unsere Umwelt schützt.



Zentrale:  
RAYLASE GmbH  
Wessling, Deutschland  
+49 8153 9999 699  
info@raylase.de

**RAYLASE**